

# 微粒子ピーニングによるSCM420 浸炭材の表面改質

片岡泰弘<sup>\*1</sup>、黒澤和芳<sup>\*1</sup>、来川保紀<sup>\*2</sup>

## Surface Modification of SCM420 Steel by Carburizing and Micro Particles Peening.

Yasuhiro KATAOKA, Kazuyoshi KUROSAWA and Yasunori KITAGAWA

Technical Consulting Division, AITEC<sup>\*1</sup>

本研究では、機械構造用クロムモリブデン鋼SCM420を対象に真空浸炭焼入れ・焼戻しと微粒子ピーニングの複合表面改質に取り組んだ。その結果、微粒子ピーニングの前後で、寸法の経年変化や表面硬度の低下を招く表面残留オーステナイト量は72%減少した。また、疲労特性の向上に有効な表面圧縮残留応力は、-200MPaから-1300MPaへと上昇した。さらにまた、25%の表面硬度の上昇、31%の静摩擦係数の低下及び28%の動摩擦係数の低下を確認した。

### 1. はじめに

近年、機械構造物には、耐摩耗性、疲労特性、加工性、耐食性、耐焼付き性など複数の機能が要求されるようになり様々な表面改質技術が開発・提供されている。

最近、複数の表面改質を組み合わせたハイブリッド表面改質が注目されており、本研究では機械構造用クロムモリブデン鋼SCM420に、真空浸炭焼入れ・焼戻し及び微粒子ピーニングの組合せによる表面改質処理を施し、機械特性の変化からハイブリッド表面改質効果を明らかにした。

### 2. 実験方法

実験には、JIS規格の機械構造用クロムモリブデン鋼SCM420を使用し、図1のパターンで真空浸炭焼入れ・焼戻し処理を行った(以下VC材とする)。続いて表1の条件で微粒子ピーニングを施し(以下VCP材とする)、残留オーステナイト量、残留応力、硬さの変化を調べた。

引掻試験は、垂直荷重:1.96N、スピード:5mm/sec、ストローク:10mm、相手材:SUS304(3mm)の条件で行った。

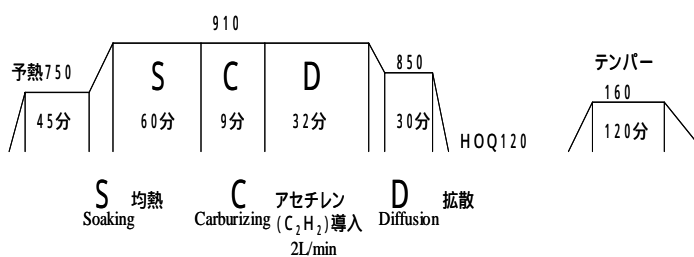


図1 真空浸炭焼入れ・焼戻しパターン

表1 微粒子ピーニング条件

~ を各30sec投射	
炭化珪素ビーズ(SiC)	220 / 0.3MPa(重力)
スチールビーズ(SKH)	300 / 0.5MPa(重力)
酸化珪素ビーズ(SiO <sub>2</sub> )	300 / 0.4MPa(重力)

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 残留オーステナイト量、残留応力、硬度

残留オーステナイトは、炭素量の高い鋼に多くみられる金属組織であり、軟らかい組織であるため硬度の低下を招く<sup>1)</sup>。また、残留応力は、金属材料の疲労強度と密接な関係があり、一般に圧縮残留応力(-符号)が高いほど疲労特性は向上する。

図2、3に、各処理材の表面からの残留オーステナイト量、残留応力分布を示した。

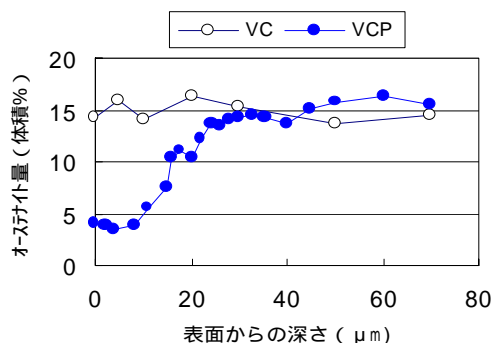


図2 表面からの残留オーステナイト量分布

\*1 技術支援部 加工技術室 \*2 技術支援部 応用技術室

図2から、残留オーステナイト量は、表面で比較するとV C材の14.3%に対してV C P材は4.0%であり、微粒子ピーニングによって72%減少した。これは真空浸炭によって生じた残留オーステナイトが、微粒子の衝突作用でマルテンサイト組織<sup>2)</sup>に加工誘起変態<sup>3)</sup>したと考えられる。

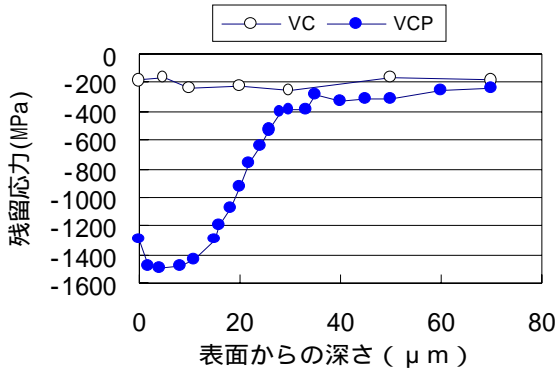


図3 表面からの残留応力分布

図3では、V C材は表面からほぼ一様に - 200M Pa程度の残留応力に対して、V C P材は表面で - 1300M Pa、ピークは表面より5 μmの位置で - 1500M Paと極めて高い圧縮残留応力が付与されている。微粒子ピーニングによって表面層に高い圧縮残留応力が付与されたことで疲労き裂発生の抑制に寄与すると考えられる<sup>4)</sup>。

これは表層の塑性変形の増加に伴う残留応力の増大に加え、残留オーステナイトの加工誘起マルテンサイト化に起因して表面近傍が体積膨張したことの複合作用によるものと考えられる。ピーク後は、徐々に圧縮残留応力が減少し、約35 μm近傍でV C材とほぼ同値になった。

従来のショットピーニングでは、残留応力のピーク値が表面層から約50 μm内部に存在する事<sup>5)</sup>を考えると、本研究では微小な粒径に起因して、ピーク値がきわめて表面近くに移行したと考えられる。

図4に各処理材の深さ方向硬度分布を示した。

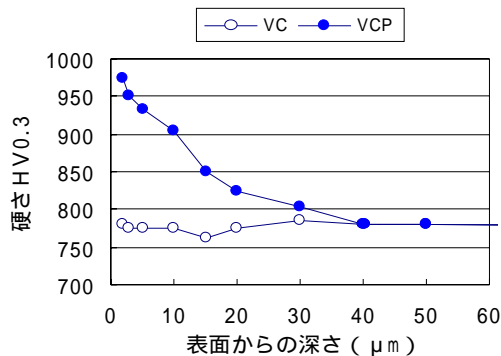


図4 表面からの硬度分布

図示のごとく、V C材及びV C P材では表面で最大硬度となっている。V C P材では974H Vと極めて高い硬度を示し、V C材の780H Vと比較して25%の増加が認められた。

V C P材で高い硬度が得られたことについては、残留オーステナイトの加工誘起マルテンサイト化による硬度上昇、および微粒子ピーニング時の塑性変形の増加に伴い転位密度が増加し、加工硬化が生じたものと考えられる<sup>6)</sup>。

### 3.2 摩擦係数

表3に引掻試験結果を表示した。

表3 引掻試験結果

	V C材	V C P材
静摩擦係数	0.208	0.144
動摩擦係数	0.178	0.129

V C材と比べ、V C P材では、静摩擦係数は31%、動摩擦係数は28%低下した。これは、微粒子ピーニング特有の微細な凹凸が表面に多数形成されることによる接触点面積の減少によるものと考えられる<sup>7)</sup>。

## 4. 結び

本研究では機械構造用クロムモリブデン鋼S C M 4 2 0材に、真空浸炭焼入れ・焼戻し及び微粒子ピーニングの組合せによるハイブリッド表面改質処理を施した。その結果、表面近傍への大きな圧縮残留応力の付与による疲労特性の向上、残留オーステナイトの加工誘起マルテンサイト化による硬度上昇と寸法の経年変化防止、また、表面凹凸形状による低摩擦化について、じゅうぶん実用化を期待できる値が得られた。

## 文献

- 1) 門間改三：鉄鋼材料学，P161(1986)，実教出版
- 2) 門間改三：鉄鋼材料学，P158(1986)，実教出版
- 3) 渡辺慈朗、斎藤安俊：基礎金属材料，P199(1985)，共立出版
- 4) 三林雅彦、宮田隆司、相原秀雄：日本機械学会論文集，6 1 ( 586 ) ，1172(1995)
- 5) 飯田喜介ら：ショットピーニングの方法と効果，P5(1997)，日刊工業新聞社
- 6) 日原雅彦、久保田普堪、今釜敬一、記田兼昭：熱処理，3 6 ( 3 ) ，171(1996)
- 7) 飯田喜介ら：ショットピーニングの方法と効果，P3(1997)，日刊工業新聞社